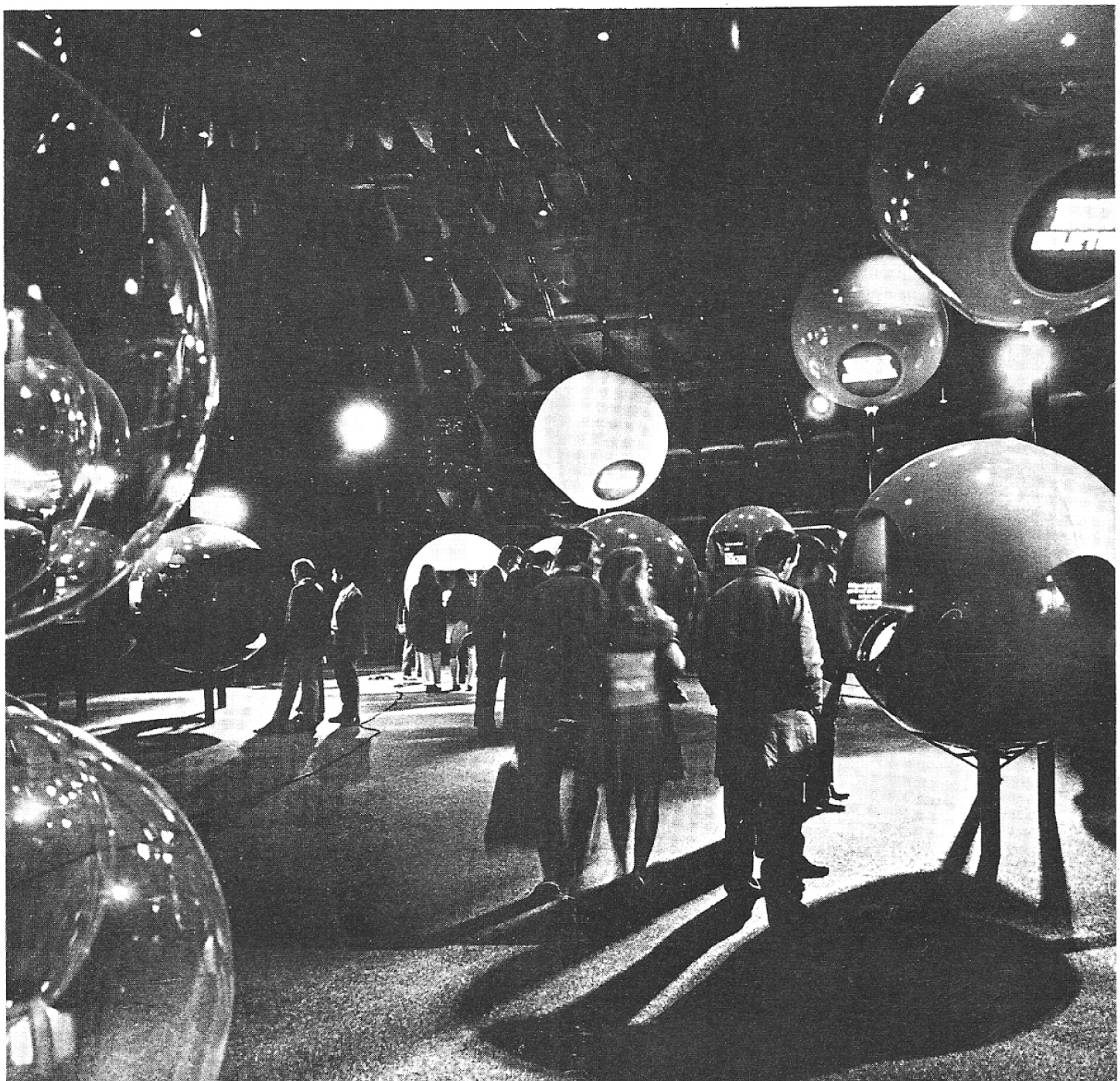
PHILIPS

nieuws

VOOR HOBBYISTEN EN RADIOAMATEURS

JUNI 1970 - NR. 12



PHILIPS
OP COMMUNICATIE '70
IN ROTTERDAM

Bij de omslag

Philips laat zich in Rotterdam op de manifestatie Communicatie'70 van een andere kant zien. Ditmaal geen Philips van de radiotoestellen, televisie-apparaten, huishoudelijke apparaten, maar de Philips van het gezonde leefklimaat, de Philips van het verkeer, de Philips van de telecommunicatie en zo meer.

Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs

Nieuws voor hobbyisten en radioamateurs is een uitgave van Philips Nederland n.v. voor iedereen die op de hoogte wil blijven van Philips' activiteiten op het gebied van elektronika-onderdelen en zelfbouwartikelen. Onder meer worden regelmatig nieuwe ontwikkelingen in de amateursector, nieuwe toepassings- en combinatiemogelijkheden van bestaande bouw- en onderdelenpakketten en instructieve artikelen over nieuwe onderdelen gepubliceerd.
Opgaven voor gratis toezending, adreswijzigingen en dergelijke kunnen worden geadresseerd aan Nieuwsredactie, Postbus 218, Eindhoven. Bij adreswijziging wordt inzending van de verbeterde adresband op hoge prijs gesteld.

Inhoud

pag.
2 Philips op Communicatie '70 in Rotterdam
4 Nieuwe Philips onderdelenpakketten
7 Een nieuwe microfoon
8 Zendbuizen
9 Hulpmiddelen voor de amateur
10 Faraday, de ontdekker van de magnetische inductie
12 2,5-watt versterker R 6802 met omgekeerde polariteit
14 Hebben transistors een gezicht?
16 Soldeertin

Twee wagens met mangaan bij een verbaasde, want van niets wetende, portier; een machine die is uitgevallen, zodat produktie AD 1584 falikant in het honderd dreigt te lopen; een radeloze chef van de factureerafdeling, die al een maand of twee met zijn werk achter ligt; een prognose van de planning voor 1971, die almaar op zich laat wachten; papieren die ontbreken bij een miljoenenorder voor Venezuela: een paar probleempjes waarmee de directeur van een groot bedrijf in enkele minuten tijd wordt geconfronteerd. De telefoons op zijn bureau staan niet stil. In het Philips paviljoen — dat van mei tot en met september deel uitmaakt van het evenement Communicatie '70, waarmee Rotterdam het zilveren jubileum van zijn bevrijding en de wederopbouw van de stad viert — kan men hoogst persoonlijk ervaren hoe zo'n directeur zich voelt. Want dáár staat dat directiebureau en iedere bezoeker van het Philips paviljoen kan erachter plaats nemen om even te ervaren wat het zeggen wil in hoog tempo beslissingen te moeten nemen in een bedrijf dat niet met zijn tijd is meegegaan. Geen haalbare kaart. In datzelfde paviljoen wordt echter speels uit de doeken gedaan hoe er wel troeven uit te spelen zijn en hoe telefoontjes van met de handen in het haar zittende medewerkers vermeden hadden kunnen worden. De oplossing is eenvoudig: een arsenaal elektronische meet-, regel-, controle- en communicatie-apparatuur. En dat is dan meteen de andere Philips, die in feestend Rotterdam definitief afrekent met het hier en daar nog levend sprookje dat Philips zijn naam slechts geeft aan gloeilampen, huishoudelijke apparatuur of televisietoestellen.

Wezenlijke bijdrage in tal van structuren

Iedereen kent Philips, maar niet iedereen kent de hele Philips. Wie Communicatie '70 bezoekt, doet al gauw de ontdekking dat de radio's en de koffiemolens, de „Philishave" scheerapparaten en de wasmachines niet de enige produkten zijn die deze onderneming een goede naam in de wereld hebben bezorgd.

In twee koepelvormige expositieruimten — een witte en een paarse — tussen de Doelen en het Weena, recht tegenover het Centraal Station zal men er, dank zij een ludieke presentatie, verrast van opkijken hoe Philips vele wezenlijke bijdragen levert in tal van maatschappelijke, economische en bedrijfstechnische structuren.
In zesenzestig gekleurde bollen, in diameter variërend van twee meter



Een van de bollen waar de bezoeker kan zien hoe het semafoonsysteem werkt.

veertig tot vijftig centimeter kan men zien, horen en ervaren hoe de Philips meetsystemen bijdragen tot het zuiver houden van de lucht in het Rijnmondgebied; hoe gemakkelijk het is vreemde talen te leren met behulp van een Philips talenpracticum; hoe de Philips elektronische apparatuur tijdens operaties de chirurg terzijde staat; hoe de Philips radarketen langs de Nieuwe Waterweg functioneert.

Het verkeerde eind

Wie nu veronderstelt, op Communicatie '70 een tentoonstelling aan te treffen van al deze instrumenten en toestellen, heeft het gelukkig bij het verkeerde eind. Foto's, dia's, films, gesproken tekst en levende voorbeelden uit de praktijk staan er borg voor dat de andere Philips op een andere manier haar activiteiten etaleert.
Daar zijn, om een greep te doen: een complete koekfabriek-in-het-klein, een verkeerstoren van een vliegveld, een getrouwe nabootsing van de Rijnmond met alle problemen en de daarbij behorende oplossingen.
Zo zijn er op Communicatie '70 tal van kanten van Philips te zien. Een Philips die zich intensief bezighoudt met het probleem van lucht- en waterverontreiniging, een Philips van het verkeer en zo meer.
De Philips van de ontspanning — want die is er ook! — gaat verder dan de fabricage en verkoop van radio's, bandrecorders of grammofoons alleen. De Philips Plumbicon* kleurentelevisiecamera — de kleurzuiverste ter wereld — is er om dat te bewijzen. Zij deed dat overigens niet alleen in Nederland, maar met even groot succes in de Verenigde Staten, Canada en Japan. Complete radio- en televisiestudio's — en compleet betekent in dit geval van camera tot zender — videorecorders, nagalminstallaties, Philips Eidophor — het is allemaal te beleven in die kleurrijke bollen, die stuk voor stuk een element van verrassing inhouden.
Een bezoek aan dit eerste paviljoen zal daarom een plezierige wandeling worden, die de vele facetten van ook die andere Philips duidelijk maakt.

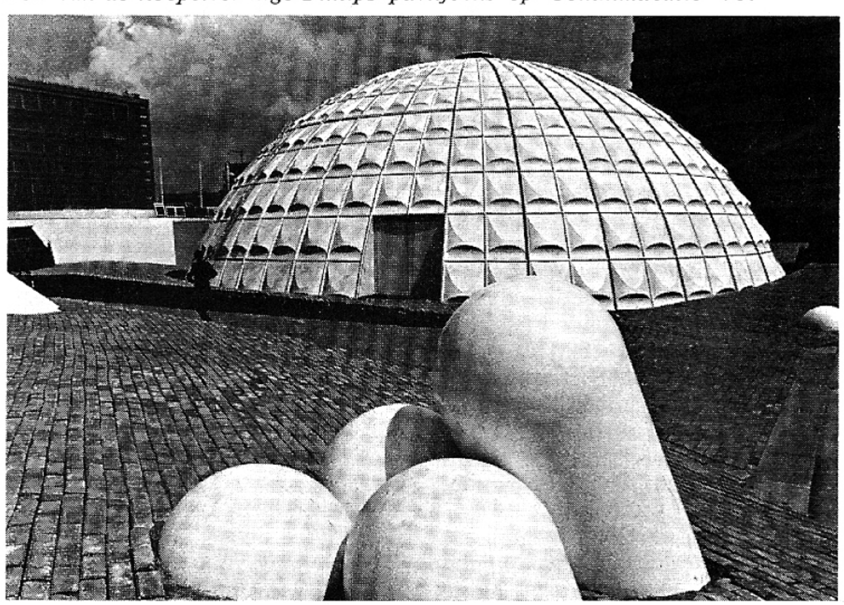
In de tweede expositieruimte treft men een boeiende opstelling aan van een legertje apparaten: een elektronenmicroscoop, een koudgaskoelmachine, een stirlingmotor en een kleurentelevisiecamera, om er maar een paar te noemen.

* Gedeponeerd merk voor televisiecamerabuizen

De bol met het directeursbureau waarvan in het artikel sprake is.



Een van de koepelvormige Philips paviljoens op Communicatie '70.



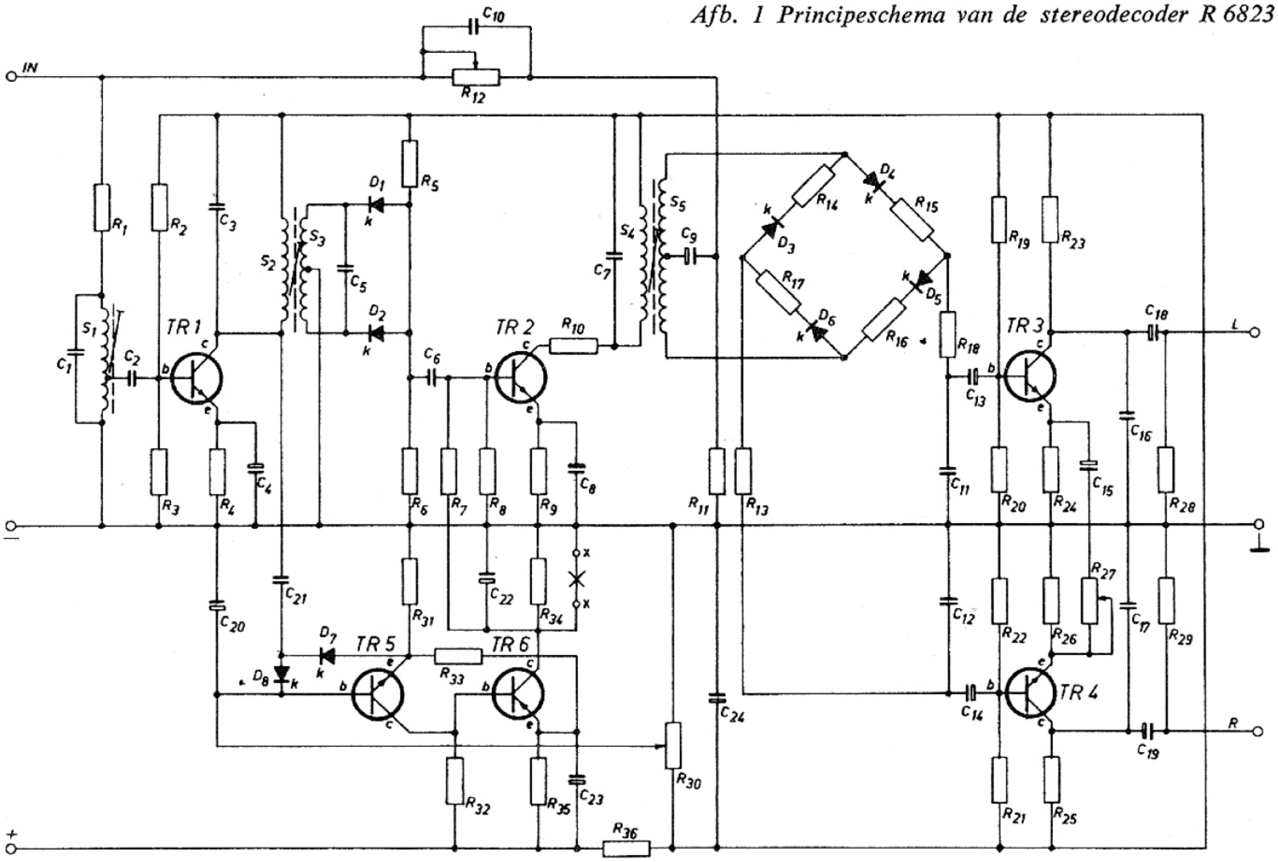
NIEUWE PHILIPS ONDERDELENPAKKETTEN

De reeks Philips onderdelenpakketten wordt voortdurend aangevuld met nieuwe schakelingen. En dat niet alleen: de pakketten van ouder datum, de baanbrekers die de reeks zijn populariteit hebben bezorgd, worden voortdurend aangepast aan de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van de elektronika. Een goed voorbeeld van dit laatste is de FM-afstemeenheid R 6813, de opvolger van onderdelenpakket R 6610.
Een voorbeeld van een geheel nieuwe schakeling is de stereodecoder R 6823. Over deze beide schakelingen en over de achtergronden ervan handelt het volgende artikel.

FM of AM?

Er heerst een wijdverbreid en onuitroeibaar misverstand in de wereld, namelijk dat met frequentiemodulatie altijd een betere weergavekwaliteit kan worden bereikt dan met amplitudemodulatie. Hoe komt dat misverstand in de wereld? Doordat in de praktijk FM-uitzendingen kwalitatief beter zijn dan AM-uitzendingen.
Bij AM, amplitudemodulatie, verandert de sterkte (de amplitude) van het hoogfrequentsignaal (de draaggolf) in het ritme van het muzieksignaal dat men wil overbrengen. De frequentie van de draaggolf blijft precies gelijk. Maar helaas blijkt het zo gesteld dat bijvoorbeeld een draaggolf van 1 MHz, die wordt gemoduleerd met een toon van 1000 Hz, niet wordt uitgezonden als een duizend keer per seconde in sterkte variërend signaal van 1 MHz, maar als een constant 1-MHz signaal met twee zogenaamde zijbanden, die de frequenties 1 MHz + 1000 Hz = 1001 kHz en 1 MHz — 1000 Hz = 999 kHz hebben. Dit is eenvoudig een natuurwet, waaraan niet te tornen valt.
Willen we aan de ontvangkant die toon van 1000 Hz onvervormd hoorbaar maken, dan moet de ontvanger alle frequenties tussen 999 en 1001 kHz ontvangen. Met andere woorden: de bandbreedte, het stuk van de frequentieband dat de zender in beslag neemt, is 1001 — 999 kHz = 2 kHz, dus tweemaal de toonfrequentie. Dit geldt voor alle tonen. Willen we dus HiFi uitzenden, met alle tonen tot 15 000 Hz erin, dan neemt de zender een band van 2×15 kHz = 30 kHz in beslag. En daarvoor is in de middengolf geen ruimte. De middengolfband loopt namelijk van circa 500 tot circa 1500 kHz en is dus 1000 kHz breed. Omdat er ook nog een beetje (frequentie-)afstand tussen de stations moet zijn, zou dit betekenen dat er op de middengolfband plaats is voor pak weg 25 zenders op onderlinge afstanden van 40 kHz. Omdat de middengolven de gewoonte hebben met het aardoppervlak mee te buigen en zich ver over de horizon te laten horen, zullen geografisch ver uit elkaar gelegen zenders elkaar gemakkelijk kunnen storen. In de praktijk komt het er dus op neer dat er in Europa plaats zou zijn voor 25 AM-middengolfzenders van hoge kwaliteit.
De oplossing voor deze problemen heeft men gevonden in het opzoeken van hoger gelegen frequentiebanden. In de band die nu door de FM-zenders wordt gebruikt, tussen 87 en 105 MHz, zou ruimte zijn voor (105 000 — 87 000) : 40 = 450 kwaliteits-AM-zenders. Maar dat hoeft nou ook weer niet, want deze zeer korte golven buigen niet met het aardoppervlak mee. In principe reiken zenders niet verder dan tot de horizon, zodat het geen bezwaar is als verscheidene Europese zenders gebruik maken van hetzelfde kanaal, mits ze geografisch ver genoeg uit elkaar liggen. In deze band is dus blijkbaar ruimte te over. Van deze omstandigheid heeft men gebruik gemaakt om de uitzendingen in frequentiemodulatie te doen. Bij FM blijft de sterkte van de draaggolf gelijk, maar de frequentie ervan verandert in het ritme van het laagfrequentsignaal dat men wil overbrengen. Ook in dit geval is er echter een onverbiddelijke natuurwet die zegt dat een in frequentie heen en weer wandelende draaggolf eigenlijk niet bestaat, maar dat een heel spectrum van frequenties wordt uitgezonden, afhankelijk van de sterkte en de hoogte van de toonfrequenties. Een FM-zender heeft daardoor een nog veel bredere band nodig dan een AM-zender van dezelfde kwaliteit, maar dat is, zoals we hebben gezien, op de „FM-band" geen bezwaar.
Voor we verder gaan, zullen we het bovenstaande nog even kort samenvatten: met AM is in principe dezelfde kwaliteit te bereiken als met FM, maar een FM-zender heeft daarvoor een bredere band nodig (FM op de middengolf komt dus helemaal niet in aanmerking).
Waarom heeft men op deze band dan gekozen voor FM? De voornaamste reden is dat storingen, bijvoorbeeld als gevolg van onweer, wél invloed hebben op een AM-detector, maar nagenoeg niet op een detector die alleen maar gevoelig is voor frequentiemodulatie. In elke FM-ontvanger zit bovendien een begrenzer, die alle eventuele oneffenheden als gevolg van storingen van het FM-signaal veegt. FM is dus veel ongevoeliger voor storingen dan AM.
Wellicht is het interessant nog even te vermelden dat de geleerden al lang geleden hebben bewezen dat het niet mogelijk was signalen over te dragen door middel van frequentiemodulatie. Maar de Amerikaanse majoor Armstrong, die vele belangrijke uitvindingen op radiogebied op zijn naam heeft staan, bewees dat FM wel degelijk mogelijk en bruikbaar is.

Afb. 1 Principeschema van de stereodecoder R 6823

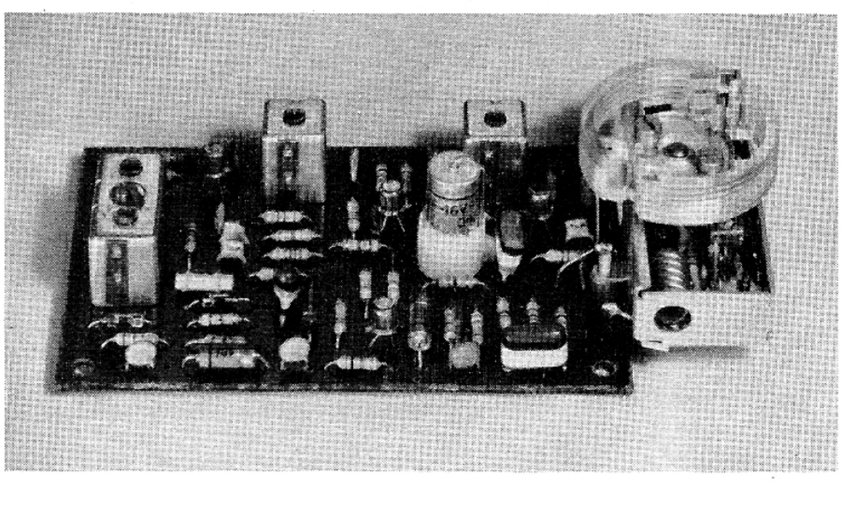


FM-afstemeenheid R 6813

De FM-afstemeenheid R 6813 is geheel uitgerust met moderne siliciumtransistors. De schakeling voldoet aan alle eisen die men eraan kan stellen: dat wil zeggen dat de bandbreedte voldoende groot is om onvervormde stereo-ontvangst mogelijk te maken, en smal genoeg om geen hinder van nabijgelegen zenders te hebben. De „h.f.-unit" bevat het eigenlijke afstemgedeelte met een hf-versterker en een oscillatormengschakeling. Daarna volgen drie trappen middenfrequentversterking (10,7 MHz), een ratiodetector (met de twee dioden) en een laagfrequentvoorversterker.

De kringen van de FM-afstemeenheid zijn voor-afgeregeld, zodat u in elk geval wat ontvangt als u de schakeling in elkaar gezet hebt. Maar voor de beste resultaten is het nodig ze definitief af te regelen nadat de afstemmer gebouwd is. U kunt dit zelf doen (een speciaal trimsleuteltje hiervoor is los verkrijgbaar; zie elders in dit nummer) of dit door Philips laten doen tegen een gering bedrag. De handleiding geeft hierover de nodige inlichtingen.

Afb. 2 De gemonteerde FM-afstemeenheid R 6813



Mono en stereo

Een stereosignaal bestaat, zoals bekend is, uit twee „kanalen": links (L) en rechts (R). Deze signalen zijn afkomstig van een speciale stereomicrofoon.

Wil men een stereosignaal overbrengen, dan kan men natuurlijk gebruik maken van twee zenders, die elk één kanaal uitzenden. Maar afgezien van het feit dat dit een dure en omslachtige methode is (men heeft dan ook twee ontvangers nodig), is het ook een weinig elegante oplossing. Nu is het in principe op tamelijk eenvoudige wijze mogelijk twee kanalen over één zender uit te zenden. Waarom heeft men dan gekozen voor een ingewikkelde methode met „piloottonen" en opgetelde en afgetrokken signalen? De reden hiervoor is dat men zich de eis gesteld heeft dat stereo-uitzendingen „compatibel" moeten zijn. Dat wil zeggen dat men met een mono-ontvanger stereo-uitzendingen en met een stereo-ontvanger mono-uitzendingen moet kunnen ontvangen. Uiteraard komt er

in beide gevallen een monofoon geluid in uw huiskamer.
Maar er is meer. Iemand met een mono-ontvanger neemt geen genoegen met alleen de bassen of de strijkers, of te wel met alleen het signaal van de rechter of de linker microfoon. Hij heeft recht op bassen én strijkers, dus op L + R.
Men heeft dit probleem als volgt opgelost. Aan de zenderkant worden beide signalen bij elkaar opgeteld en afgetrokken. Dat gaat gelukkig heel eenvoudig met signalen. Daardoor ontstaan twee nieuwe signalen: (L + R) en (L — R). Het (L + R)-signaal bevat als het ware het hele orkest en is dus compleet. Het (L — R)-signaal bevat de richtingsinformatie. Als twee Zingende Zusjes voor de stereomicrofoon een lied aanheffen, bevat het (L + R)-signaal beider stemgeluid. Het (L — R)-signaal daarentegen bevat, om het maar eens plastisch voor te stellen, het verschil tussen beider stemgeluid.

Het (L — R)-signaal wordt nu gebruikt om een hulpdraaggolf van 38 kHz in amplitude te moduleren. Hierdoor ontstaat een „voorlopig" AM-zendersignaal met twee zijbanden, de een hoger en de ander lager dan de draaggolf. Heeft het (L — R)-signaal bijvoorbeeld een frequentie van 1000 Hz, dan bestaat het in amplitude gemoduleerde hulpsignaal uit een draaggolf van 38 kHz, een zijband van 38 — 1 kHz = 37 kHz en een zijband van 38 + 1 kHz = 39 kHz. Die draaggolf bevat eigenlijk geen informatie en is verder nogal lastig te hanteren, dus men onderdrukt hem. Er blijven twee signalen over, namelijk de zijbanden 37 en 39 kHz. De zender wordt nu, behalve door het (L + R)-signaal, ook door deze beide zijbanden in frequentie gemoduleerd. Het is dus alsof het orkest, behalve de normale geluiden, ook zeer hoge tonen voortbrengt, die ver boven de gehoorgrens liggen.

We hebben eenvoudigheidshalve aangenomen dat het (L — R)-signaal nog steeds 1000 Hz is, maar voor andere signalen geldt natuurlijk hetzelfde, maar met andere getallen. De hoogste frequentie die het (L — R)-signaal kan hebben, is weer 15 000 Hz. Bij die frequentie ontstaan na de voorlopige amplitudemodulatie twee zijbanden van 38 — 15 = 23 kHz en 38 + 15 = 53 kHz. Dit alles betekent dat het (L — R)-signaal eigenlijk wordt getransplanteerd naar een hogere band in het laagfrequentspectrum waarmee de zender (in frequentie!) wordt gemoduleerd. Het (L + R)-signaal ligt tussen circa 0 en 15 000 Hz, het (L — R)-signaal tussen 23 en 53 kHz, in gecodeerde vorm.
Wil men in de ontvanger de stereo-informatie terugwinnen, dan moeten de signalen van 37 en 39 kHz, die in de detector tevoorschijn komen, worden terugvertaald naar de oorspronkelijke toon van 1000 Hz (we nemen nog even aan dat het (L — R)-signaal 1000 Hz is). Hiertoe moeten we eerst zorgen dat we de onderdrukte draaggolf terugkrijgen, want zonder draaggolf kun je dit signaal niet detecteren. De draaggolf moet exact dezelfde frequentie hebben als de oorspronkelijke verdonkeremaande draaggolf. Daarom deelt men die draaggolf aan de zenderkant door twee en zendt het dan ontstane 19-kHz signaal zeer zwak mee met de rest. Er is nog juist een plekje vrij tussen het (L + R)- en het (L — R)-signaal, zoals in afb. 1 is getekend.
De stereodecoder heeft aan dit zwakke signaal genoeg om een volkomen natuurgetrouwe hulpdraaggolf van 38 kHz te produceren. We hebben dan weer een draaggolf met twee zijbanden, die we met een AM-detector kunnen terugvertalen in een toon van 1000 Hz.

In de stereo-ontvanger hebben we nu de beide kanalen (L + R) en (L — R) teruggekregen. Door optellen van die twee krijgen we: (L + R) + (L — R) = 2 L en door aftrekken: (L + R) — (L — R) = 2 R. De 2's willen alleen maar zeggen dat de twee l.f.-signalen een grotere amplitude hebben dan de signalen (L + R) en (L — R). We zijn er echter in geslaagd de beide kanalen L en R in hun oorspronkelijke glorie te herstellen.

Stereodecoder R 6823

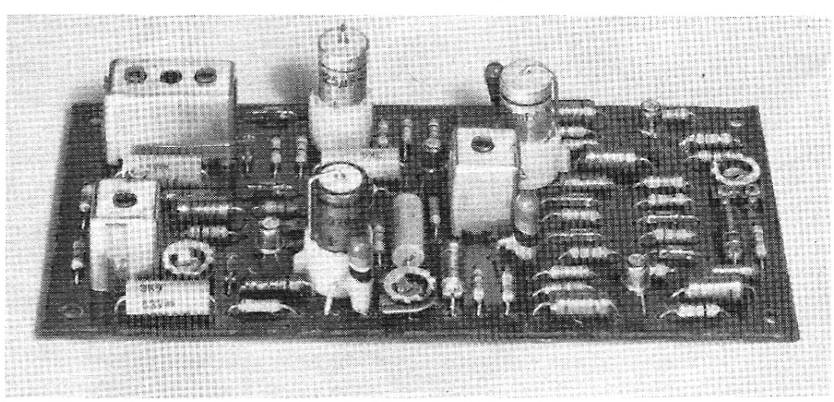
Het multiplexsignaal verschijnt op punt U van de FM-afstemeenheid R 6813. Beschikt men niet over een stereodecoder, dan hoort men alleen het (L + R)-signaal. De rest ligt veilig boven de gehoorgrens en wordt bovendien onderdrukt door R17 en C20.

In afb. 1 is het schakelschema van de stereodecoder R 6823 getekend. Deze krijgt het multiplexsignaal aangeboden op het punt „IN" en mag proberen daaruit weer de kanalen L en R te destilleren.

De spoel S1 is afgestemd op 19 kHz. Wanneer er een stereo-uitzending aan de gang is, wordt de piloottoon uitgezonden en door S1 eruit gehaald. TR1 versterkt dit signaal. Ook S2 is afgestemd op 19 kHz. De dioden D1 en D2 zorgen ervoor dat de basis van TR2 een signaal van de dubbele frequentie, dus 38 kHz, krijgt toegevoerd. In de transformator S4-S5 komt de oorspronkelijke draaggolf voor, terwijl de rest van het multiplexsignaal via C9 aan het midden van de secundaire wikkeling van deze transformator wordt toegevoerd. De vier dioden en S5 zorgen ervoor dat het (L — R)-signaal gedetecteerd wordt (uit de twee zijbanden en de nagebootste draaggo' van 38 kHz ontstaat het oorspronkelijke (L — R)-signaal), terwijl bovendien (L + R) en (L — R) worden opgeteld en afgetrokken. Op het knooppunt van R15 en D5 ontstaat het signaal (L + R) + (L — R) = 2L. TR3 zorgt ervoor dat dit signaal nog wat versterkt wordt.

Hetzelfde gebeurt voor het rechterkanaal door TR4. Op de punten R en L van de stereodecoder komen

Afb. 3 De gemonteerde stereodecoder R 6823



dus uiteindelijk de oorspronkelijke signalen van de linker en de rechter microfoon te voorschijn.
TR5 en TR6 zorgen voor het automatisch „omschakelen" van de decoder. De piloottoon wordt alleen bij stereo-uitzendingen mee uitgezonden. In dat geval komt over S2 een wisselspanning van 19 kHz te staan, die door D7 en D8 wordt gelijkgericht, met als gevolg dat de basis van TR5 positief wordt en deze transistor gaat geleiden. Hierdoor wordt de basis van PNP-transistor TR6 negatief, zodat ook deze transistor in geleiding wordt gestuurd en het lampje X gaat branden.
Bij mono-uitzendingen, wanneer geen piloottoon aanwezig is, zijn TR5 en TR6 afgeknepen, waardoor niet alleen het lampje gedoofd is, maar ook TR2 wordt afgeknepen. Dit is om te voorkomen dat een overenthousiaste TR2 toch nog op eigen houtje een ongewenste hulpdraaggolf zal opwekken. Laat u niet in de war brengen door het hoogfrequentachtige gezicht van de decoder, met al die afgestemde kringen: de hele schakeling werkt in het laagfrequentgebied. De kringen moeten precies op 19 en op 38 kHz zijn afgeregeld, omdat anders geen „kunsthulpdraaggolf" wordt opgewekt. En zolang op de collector van TR1 geen goed 19-kHz signaal aanwezig is, houden TR5 en TR6 de decoder in de monostand. Dit betekent dat u geen stereo zult kunnen beluisteren als de kringen niet goed zijn afgeregeld. In de handleiding staat aangegeven hoe u dit karwei, met het speciale en los verkrijgbare trimsleuteltje, zelf kunt klaren. Ziet u daar tegen op, dan kan de decoder door Philips tegen een gering bedrag worden afgeregeld, bij voorkeur tegelijk met de FM-afstemeenheid R 6813. Voorwaarde voor het goed functioneren van de decoder is ook dat de FM-afstemeenheid, waarachter u de decoder wenst te bevestigen, goed is afgeregeld en een voldoende brede band doorlaat.
De stereodecoder uit Philips onderdelenpakket R 6823 kan behalve bij de FM-afstemeenheid R 6813, ook bij de afstemeenheden R 6610 en FM 13 worden toegepast. Voor inbouw in de FM 13 is een speciaal inbouwvoorschrift beschikbaar, dat aan belangstellenden gratis wordt toegezonden. Aanvragen hiervoor kunt u zenden aan Philips Nederland n.v., afd. Service-bouwdozen, VBdZ, Eindhoven.

een nieuwe microfoon

Mikrofoon noemt men, naar Hughes, die dit werktuig uitvond, een toestel, waarmede geluiden, aanzienlijk versterkt, op een afstand kunnen worden overgebracht; zwakke geluiden, in de nabijheid van den mikrofoon nauwlijks of in 't geheel niet hoorbaar, veroorzaken een geluid, dat op een grooten afstand met een telefoon duidelijk hoorbaar is.
De proeven, het eerst door Hughes met dit werktuig genomen, dagteekenen van het begin van December 1877, en werden in Januari 1878 getoond aan beambten van de Onderzeesche Telegraaf-maatschappij te Londen. Over de prioriteit dezer uitvinding ontstond al spoedig een heftige strijd tusschen Hughes en Preece aan de eene, en Edison aan de andere zijde; de uitslag van dien kleingeestigen strijd, die vooral door de aanhangers van Edison met veel hartstocht gevoerd werd, was niet algemeen beslissend.
Wij meenen gerechtigd te zijn tot de bewering, dat Hughes inderdaad de uitvinder is van den mikrofoon, maar van het werktuig, genomen in de enge beteekenis van zijn naam, als eigenlijken geluidsversterker. Het aantal verschillende vormen, waaronder de mikrofoon voorkomt, is reeds legio; in hoofdzaak verschillen ze echter niet.
Een der eenvoudigste vormen, door Hughes gebruikt, onder anderen om een vlieg op een afstand te hooren loopen, is de volgende. Een houten plankje rust op een paar kaoutchoukbuisjes; een stukje retortenkool (stukjes coke voldoen soms uitmuntend) staat op dit plankje vast; een tweede koolstaafje hangt los tegen het eerste aan; elk koolstaafje is met een der pooldraden van een of een paar galvanische cellen verbonden. Heeft men in deze keten ook nog een gewonen telefoon gelascht, dan kan men in dien telefoon een vlieg, die over het plankje loopt, gelijk men zegt, hooren loopen.

(Uit „De Natuur", Populair Geïllustreerd Maandschrift, jaargang 1881)

ZEND-
BUIZEN



Een voorbeeld van een moderne Philips zendbuis: een luchtgekoelde VHF-vermogenstetrode voor een uitgangsvermogen van circa 2,2 kW.

Een zendbuis is eigenlijk een elektronenbuis met één groot menselijk probleem: hoe de overtollige calorieën kwijt te raken.
In principe is er niet veel verschil tussen een „gewone" buis, die zijn levensdagen slijt in een ontvanger of versterker, en een zendbuis. Van deze laatste verwachten we in hoofdzaak dat hij zoveel mogelijk hoogfrequentenergie de antenne inpompt. En het spreekt vanzelf dat zo'n buis, bij zo'n arbeidsprestatie, een ferme eetlust heeft. Een deel van de geconsumeerde gelijkstroomenergie wordt echter niet als hf-energie doorgestuurd naar de antenne maar wordt inwendig omgezet in warmte. Daar is weinig aan te doen. Het streven, zowel bij het ontwerpen van zendbuizen als bij het toepassen ervan in een schakeling, is daarom in de eerste, de tweede en de derde plaats gericht op het krijgen van een zo gunstig mogelijke verhouding tussen de energie die de zendbuis uit het voedingsapparaat tot zich neemt en de hoogfrequentenergie die hij afgeeft aan de antenne. Kortom: men zoekt naar een zo hoog mogelijk rendement.

Het belang van een hoog rendement

Een zendbuis, en daarmee bedoelen we dan de laatste buis van een zender, is eigenlijk niets anders dan een energie-omvormer: de toegevoerde gelijkstroomenergie zet hij op meer of minder effectieve wijze om in hoogfrequentenergie. Omdat je ook in de zendtechniek niets voor niets krijgt is de eerste factor altijd groter dan de tweede.
Hoe belangrijk die efficiëntie is, blijkt als we twee denkbeeldige zenders vergelijken, die beide 200 watt hf-vermogen leveren, terwijl de eerste een rendement van 40% en de tweede van 80% heeft. De eerste verlangt dan $100/40 \times 200 = 500$ watt gelijkstroomvermogen en de tweede stelt zich tevreden met $100/80 \times 200 = 250$ watt. Dat betekent dat de eerste zender om te beginnen een tweemaal zo grote voeding nodig heeft. Nog merkwaardiger is het gesteld met de warmte-ontwikkeling. Bij zender nr. 1 wordt maar liefst 60% van 500 watt, oftewel 300 watt, in de zendbuis omgezet in warmte. Het restant van het voedingsvermogen moet toch érgens blijven.
Bij de tweede zender is de overtollige energie echter maar 20% van 250 watt, dus 50 watt. Het merkwaardige is dus dat de tweede zender, die een tweemaal zo hoog rendement heeft als de eerste, slechts een zesde van de hoeveelheid warmte produceert.
Nu we toch aan het rekenen zijn is het interessant te kijken wat we met een gegeven zendbuis kunnen doen. Stel dat we de beschikking hebben over een zendbuis waarvan gegeven is dat hij hoogstens 300 watt mag dissiperen, dat wil zeggen inwendig in warmte omzetten. Hoeveel h.f.-energie kan die buis leveren als we hem opnemen in schakelingen met respectievelijk 40% en 80% rendement?
In het eerste geval gaat 60% van de gelijkstroomenergie verloren aan warmte, dus die 60% komt overeen met 300 watt. 40% h.f.-vermogen is dus maar 200 watt.
In het tweede geval is 20% warmteontwikkeling gelijk aan 300 watt, zodat we dan, met een rendement van 80%, 1200 watt h.f.-energie krijgen. Uit al dit rekenwerk springt de conclusie naar voren dat het alleszins de moeite loont het rendement zo hoog mogelijk op te voeren. Dit heeft men tot op zekere hoogte in de hand door het kiezen van de juiste „instelling" van de buis, aangeduid met klasse A, B of C. Verder hangt het af van de soort uitzending: telegrafie, gemoduleerd of ongemoduleerd, telefonie, enkelezijbandtelefonie enz. Bij ongemoduleerde telegrafie bijvoorbeeld wordt de zender steeds korte tijd ingeschakeld om een morsepuntje of -streepje te produceren, maar over langere periodes gerekend is hij meer uit- dan ingeschakeld. Daardoor mag het vermogen tijdens die korte periodes wat hoger zijn dan bij telefonie-uitzendingen, waarbij de zender lang achtereen in de lucht is.

Andere beperkingen

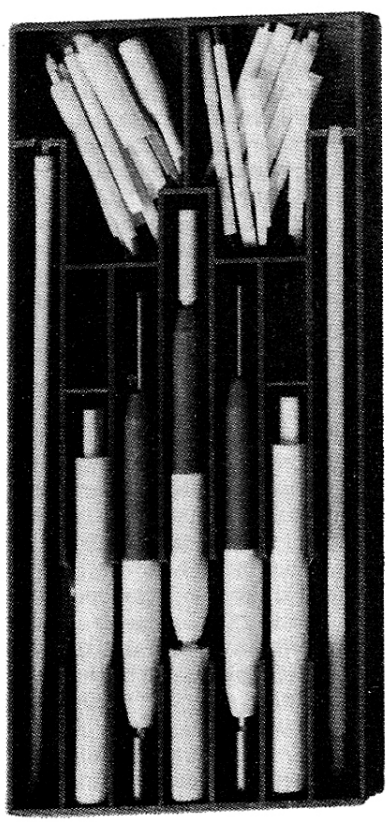
Hoewel de warmteontwikkeling verreweg de belangrijkste beperkende factor van een zendbuis is, zijn er nog andere grenzen waarmee men bij het kiezen van een buis rekening moet houden. Bijvoorbeeld de frequentie. Er zijn zendbuizen speciaal voor kortegolfgebruik, en je moet niet proberen die in een zender voor Ultra-Hoge Frequenties (UHF) te gebruiken. Verder mag de anodespanning niet te hoog zijn, hoewel sommige typen zendbuizen niet schrikken van een paar kilovolt; de anode- en katodestromen moeten eveneens binnen de perken blijven. Een katode, zelfs die van een zendbuis, is een delicaat onderdeel en wanneer men die meer stroom laat emitteren dan de bedoeling is, gaat hij onherroepelijk snel in kwaliteit achteruit, waardoor de emissie vermindert.
Voor een eventueel aanwezig schermrooster geldt hetzelfde als voor de anode: de spanning mag niet te hoog en de stroom niet te groot zijn. Zelfs voor het stuurrooster gelden soortgelijke overwegingen, want zendbuizen worden meestal „in het roosterstroomgebied" gestuurd. Deze methode, dit alle andere buizen gewoonlijk een gruwel is, betekent dat het stuurrooster telkens positief ten opzichte van de katode wordt gemaakt, zodat er roosterstroom gaat lopen en het stuurrooster, alweer, warm wordt.

Zendbuizen voor amateurs

In de zendmachtiging van zendamateurs is het vermogen dat amateurzenders mogen uitstralen bepaald. De vermogende, met water gekoelde reuzenflessen, liggen daardoor buiten de amateursfeer. Maar ook de zendbuizen die wèl voor amateurgebruik in aanmerking komen, zijn wonderen van vernuft. Bijvoorbeeld de QE08/200, een zogenaamde „beam power tetrode", speciaal voor enkelzijbandzenders. Deze buis is een tetrode die zich gedraagt als een pentode, dat wil zeggen alsof tussen schermrooster en anode een keerrooster is aangebracht dat de secundaire elektronen, die door de anodestroom uit de anode worden losgeslagen, onverwijld terugstuurt naar de anode. Dit heeft men bereikt door ter weerszijden van het schermrooster metalen plaatjes op te stellen, die de stroom van katode naar anode bundelen. De QE80/200 heeft een indirect verhitte katode. De gloeidraad, die de katode moet verwarmen om deze te laten emitteren, moet met 6,3 volt worden gevoed en vraagt 3,9 ampère dat is dus alleen al 25 watt aan warmte.
De maximum-anodespanning is 1100 volt en de maximum-anodestroom 400 mA. Maar de buis moet zo worden ingesteld dat aan de anode ten hoogste 100 watt warmte wordt ontwikkeld. Bij overschrijding hiervan wordt de buis te warm en kan ernstig beschadigd worden. Ook het schermrooster, dat meestal een spanning van 250 volt krijgt, en de gloeidraad leveren een bijdrage aan de warmte. Al die warmte raakt de buis op twee manieren kwijt: door straling en door convectie. De warmtestraling van een heet voorwerp is beter naarmate de kleur donkerder is. Daarom maakt men de anoden van zendbuizen pikzwart. Een deel van de warmtestraling uit het inwendige van de buis gaat dwars door de glazen ballon heen en verdwijnt in de ruimte. Een ander deel maakt de ballon warm, wel tot 300 °C. De ballon op zijn beurt straalt een deel uit en geeft een ander deel af aan de omringende lucht. Wat kan men nu uit deze buis „halen"? Het maximum-vermogen levert de buis in telegrafiezenders, die in klasse C zijn ingesteld: 290 watt. Voor een klasse-C telefoniezender is het maximum-vermogen dat aan de antenne wordt afgegeven 130 watt. Dat lijkt misschien niet zo veel, maar zendamateurs hebben daarmee de wereld in hun broekzak.

Hulpmiddelen voor de amateur

Het afregelen van elektronische schakelingen is een nauwkeurig werkje, dat met overleg moet gebeuren. Meestal is het wel mogelijk dit karweitje te klaren met behulp van een schroevedraaier, maar men loopt dan verschillende kwade kansen.
Het eerste bezwaar is dat schroevedraaiers doorgaans zijn vervaardigd van staal, dat de eigenschap heeft zich als een slechte spoelkern te gedragen. Regelt men een spoel af met een schroevedraaier, dan verlengt men in feite de spoelkern tijdelijk met een stuk staal van een centimeter of tien. De spoel wordt dan afgeregeld terwijl de schroevedraaier deel uitmaakt van de kern. Dit heeft tot gevolg dat de zelfinductie van de spoel tijdelijk wordt vergroot. Op het moment dat men de schroevedraaier terugtrekt, is de spoel al weer ontregeld.
Het gebruik van een schroevedraaier van messing zou dit probleem ook niet oplossen, dit materiaal heeft de eigenschap wanneer het in de spoelvorm wordt gebracht de zelfinductie te verkleinen en beïnvloedt dus de afregeling ook.
In deze gevallen is het 't best, een trimsleutel van isolerend materiaal, bijvoorbeeld plastic, te gebruiken. Een ander bezwaar van het gebruiken van „gewone" schroevedraaiers is dat men gemakkelijk de spoelkern beschadigt, terwijl het meestal niet mogelijk is een nieuwe losse kern op de kop te tikken.
Om beschadiging te voorkomen, moet men gebruik maken van een precies passende sleutel. Bovendien zijn er nog de spoelen en trimmers waarop helemaal geen schroevedraaier past.
De oplossing van al deze problemen is de Philips trimset, bestaande uit drie houders en een groot aantal trimsleuteltjes, die aan twee kanten in de houders passen.
Van sommige typen trimsleuteltjes bevat het setje twee exemplaren omdat het dikwijls gemakkelijk is aan twee spoelkernen tegelijk te kunnen draaien. De houders zijn van kunststof en kunnen met speciale hulpstukjes worden verlengd.
Het assortiment sleuteltjes in het setje is zodanig dat alle soorten spoelen en trimmers ermee afgeregeld kunnen worden. Voor de amateurs die zo'n uitgebreide collectie niet nodig hebben, is het nuttig te weten dat het sleuteltje, dat nodig is om de onderdelenpakketten R 6813 en R 6823 (FM-afstemmer en stereodecoder) af te regelen, los verkrijgbaar is; bestelnummer 7122 005 47940.



Desoldeerhars

Lossolderen is een bezigheid die volgens de taalkundigen niet bestaat; je kunt, zeggen ze, alleen maar iets vast solderen. Ingewijden weten wel beter. Het komt herhaaldelijk voor dat gesoldeerde onderdelen met behulp van een soldeerbout moeten worden losgenomen. Omdat de taalkundig juiste omschrijving van deze handeling te omslachtig is, noemen we dat gemakshalve lossolderen.
Dikwijls moeten de losgesoldeerde onderdelen of het printplaatje opnieuw gebruikt worden, maar het is lastig om het soldeertin goed te verwijderen. Dit gaat aanzienlijk beter wanneer men gebruik maakt van Philips desoldeerhars, die in handige flesjes verkrijgbaar is. Het deksel van het flesje is voorzien van een glazen stift om de vloeistof gemakkelijk te kunnen aanbrengen op de plaatsen waar het overtollige soldeertin verwijderd moet worden.

FARADAY

de ontdekker van de magnetische inductie

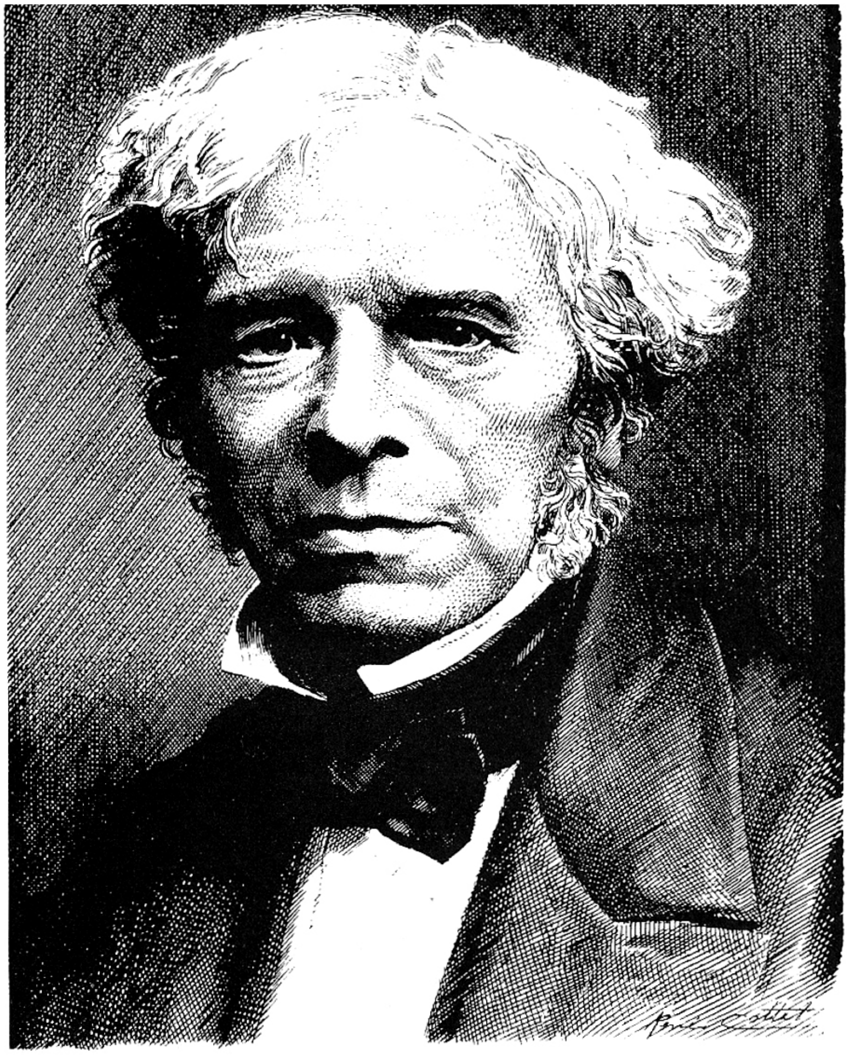
„Wat zijn kilocycles?" vroeg de examinator. „Zware Engelse fietsen", antwoordde de examinandus. „En wat is een microfarad?" „Een heel klein Duits fietsje", was het antwoord. Misschien is deze gezakte kandidaat er later toch nog achtergekomen dat de farad, de eenheid waarin de waarde van condensatoren wordt uitgedrukt, een eerbewijs is aan de Engelse natuurkundige Michael Faraday, die meer dan zijn steentje heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van de elektrotechniek, en daarmee aan onze hobby. Nadat in voorgaande afleveringen van Nieuws voor Hobbyisten Volta, Ampère en Ohm de revue zijn gepasseerd, is in dit nummer de schijnwerper gericht op Faraday, de ontdekker van de magnetische inductie.

Faraday, de autodidact

Op 22 september van het jaar 1791 werd Michael Faraday geboren in het plaatsje Newington Butts, onder de rook van Londen. Zijn ouders waren enige tijd tevoren van Yorkshire naar dit plaatsje verhuisd, waar zijn vader smidsknecht werd.
Dit mooie ambacht was geen goudmijn en Michael moest de ouderlijke zorgen met negen broertjes en zusjes delen.
Het waren roerige tijden. Het vaderland van de jonge Michael was juist in de vijfde Hollandse Oorlog gewikkeld. Op dertienjarige leeftijd trad de jonge Faraday, na een niet indrukwekkende schoolopleiding, in dienst van een boekhandelaar die hem boeken liet bezorgen. Een jaar later werd Faraday door dezelfde boekhandelaar aangesteld als leerling-boekbinder. Gelukkig beperkte Faraday zijn aandacht niet tot lijmpot en boekpers; ook de inhoud van veel van de boeken die hij moest binden had zijn aandacht. Vooral de Encyclopaedia Britannica trok zijn belangstelling en zette hem op het spoor van de scheikunde en de natuurkunde. Na verloop van enkele jaren ging hij van zijn schamele inkomsten spullen kopen, eerst om natuurkundige proeven na te doen, daarna om ze voor te doen.
In die jaren duurde het lang voordat werkgevers meenden dat een leerling de kneepjes van het vak voldoende onder de knie hadden om een volwaardig ambachtsman te worden en Faraday's baas had die termijn bij zijn indiensttreden op zeven jaar gesteld. Op twintigjarige leeftijd, juist voordat de zeven magere leerlingenjaren voorbij waren, bouwde Faraday een zuil van Volta uit zeven plaatjes zink, zeven in zout water gedrenkte stukjes papier en zeven halvepennystukken. De laatste waren het duurst. Bij experimenten met de zuil, die hij verbond met twee in magnesiumsulfaat gestoken koperen elektroden, ontdekte hij dat een elektrische stroom in staat is stoffen te ontleden. Faraday noemde dit verschijnsel elektrolyse. Ook introduceerde hij de begrippen elektrolyt voor een geleidende vloeistof, elektrode voor een geleider die in de elektrolyt steekt, anode voor de positieve elektrode en katode voor de negatieve elektrode.
Op deze ontdekking is het galvaniseren gebaseerd: het neerslaan van een metaal op een elektrode door middel van een elektrische stroom. Faraday berekende het verband tussen de hoeveelheid metaal die in een bepaalde tijd op de elektrode neerslaat, de metaalsoort en de grootte van de stroom. Hierop was tot voor kort de definitie van de eenheid van stroomsterkte, de ampère, gebaseerd.
Faraday was een typische autodidact, een self-made man. Kort nadat hij gekwalificeerd was om als volslagen boekbinder te opereren, in maart 1813, had hij te hooi en te gras zoveel kennis vergaard dat hij, op aanbeveling van de beroemde scheikundige Sir Humphry Davy, tot assistent aan het al even beroemde Laboratorium van het Royal Institution at Great Britain werd aangesteld. Deze grote sprong voorwaarts dankte hij aan de goede gedachte de colleges van Sir Davy, die hij tijdens zijn leerlingentijd mocht volgen, scrupuleus op te schrijven, van tekeningen te voorzien en het dictaat keurig ingebonden (dat was een kolfje naar zijn hand) toe te zenden aan Sir Davy, met het verzoek tot assistent aan het instituut te worden aangesteld. Een opzet die volkomen slaagde.
Faraday was een vergeetachtig man, maar zijn slechte geheugen compenseerde hij door elke inspirerende gedachte, elk voorval en elk resultaat van zijn proeven nauwkeurig te boekstaven. Daardoor heeft hij niet alleen een groot aantal belangrijke ontdekkingen nagelaten, maar ook zeven dikke, ingebonden dagboeken, die een volledig beeld geven van deze praktisch-theoretische onderzoeker.

Een honkvast man

Kort na zijn aanstelling als assistent aan het instituut, in oktober 1813, ging Faraday met Sir Davy op reis door Frankrijk, Italië en Zwitserland, een onderneming die in meer dan een opzicht zijn horizon verruimde. In april 1815 keerde het tweetal terug op Britse bodem, kort nadat Napoleon Parijs was binnengetrokken en aan de Honderd Dagen begon, na afloop waarvan hij zijn Waterloo vond.
Faraday was jarenlang medewerker van het Royal Institution, waar hij als bekwaam leraar en meeslepend redenaar vele lezingen hield, die een grote vermaardheid kregen in wetenschappelijke kringen. In 1825 werd hij als opvolger van Sir Davy benoemd tot directeur van het instituut en in 1833 werd hij voor het leven benoemd tot hoogleraar, al-

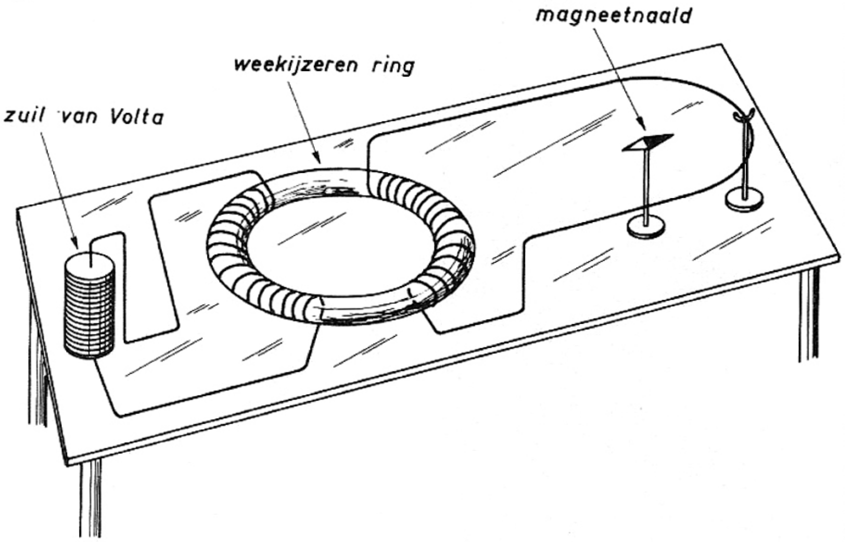


weer aan het Royal Institution, met de handzame bepaling dat hij niet verplicht was colleges te geven.
Faraday was zeer honkvast. Vijfenveertig jaar bleef hij verbonden aan het instituut. Hierin vielen twee actieve perioden, waarin hij veel onderzoekingen en ontdekkingen deed. Alleen tussen 1841 en 1845 meende hij recht te hebben op een vierjarige rustperiode.
Op 25 augustus 1867 stierf Faraday te Hampton Court aan de Theems.

Magnetisme en elektriciteit

De eerste stappen op het pad van de wetenschap zette Faraday, hoe kon het anders, in het voetspoor van de scheikundige Sir Davy. Zo ontdekte hij bijvoorbeeld als eerste benzeen, de grondstof van veel moderne produkten. Hij bestudeerde de diffusie van gassen en maakte verschillende gassen vloeibaar. Ook hield hij zich bezig met het onderzoek naar staallegeringen en optisch glas. Dit laatste kwam hem, zoals wij zullen zien, goed van pas bij zijn experimenten die leidden tot de ontdekking van de Faraday-draaiing.
Zijn eerste ontdekkingstocht op elektrisch gebied, of eigenlijk in het randgebied van natuur- en scheikunde, was de elektrolyse die wij al noemden.
Hoewel Faraday zelf zeven dikke delen nodig had om zijn wetenschappelijke werk te beschrijven, zullen wij trachten zijn twee belangrijkste ontdekkingen en hun verstrekkende betekenis kort te beschrijven.
Door Oersted en Ampère was al verband gelegd tussen magnetisme en elektriciteit (zie het verhaal over Ampère in Nieuws voor Hobbyisten nr. 9). Zij ontdekten dat een draadklos zich als een magneet ging gedragen wanneer er een elektrische stroom doorheen liep.
Al omstreeks 1820 had Faraday geëxperimenteerd met draadlussen en permanente magneten en hij slaagde er zelfs in deze om elkaar heen te laten draaien door een elektrische stroom door de draadlus te sturen.
In augustus 1831 speelde Faraday met een weekijzeren ring, waaromheen hij twee gescheiden wikkelingen had gewonden (zie afb. 1). Eén van die wikkelingen sloot hij aan op een zuil van Volta. Wij zouden op de andere wikkeling een voltmeter hebben aangesloten, maar deze handige instrumenten slingerden toen nog niet op elke werktafel rond. Dit gemis maakte Faraday goed door de tweede wikkeling kort te sluiten met een fraaie lus van koperdraad, die hij vlak boven de magneetnaald ophing. Schakelde hij nu de spanning op de ene wikkeling in of uit, dan bewoog de magneetnaald even, maar kwam daarna weer tot rust. Wat gebeurde er precies? Schakelde Faraday de stroom in, dan werd de ring magnetisch en bleef dat totdat de stroom weer werd uitgeschakeld. De tweede wikkeling, die om dezelfde ring was gewikkeld, reageerde alleen op het in- en uitschakelen van de stroom en dus op het tot stand komen en weer verdwijnen van het magnetische veld. Was de stroom eenmaal ingeschakeld, dan bleef de ring magnetisch, maar liep er geen stroom meer door de tweede wikkeling.
Faraday trok hieruit de juiste conclusie: in een wikkeling wordt een spanning opgewekt als het magneetveld, waarin die wikkeling zich bevindt, van sterkte *verandert*. Dit is magnetische inductie van het zuiverste water, het verschijnsel waarop elektromotoren, dynamo's en transformatoren gebaseerd zijn. De ring van Faraday met de twee wikkelingen was eigenlijk een primitieve transformator die, zoals bekend is, alleen maar met wisselstroom werkt. Faraday bootste die wisselstroom onbewust na door de zuil van Volta in en uit te schakelen.
Waarom is Faraday's ontdekking dat in een draadlus een stroom ontstaat wanneer het door die draad omvatte magneetveld verandert, van zo groot belang? Het antwoord op deze vraag is duidelijk als u bedenkt dat dat magneetveld op verschillende manieren van grootte kan veranderen:
1 Op de manier zoals Faraday met de ring deed, dus door het regelma 'g in- en uitschakelen van de stroom in een primaire wikkeling: het principe van de transformator.
2 Door de draadlus, waarin we een stroom willen opwekken, in een constant magneetveld heen en weer te bewegen of te draaien: het principe van de elektrische dynamo. Dit principe maakt het mogelijk mechanische energie om te zetten in elektrische.

Afb. 1

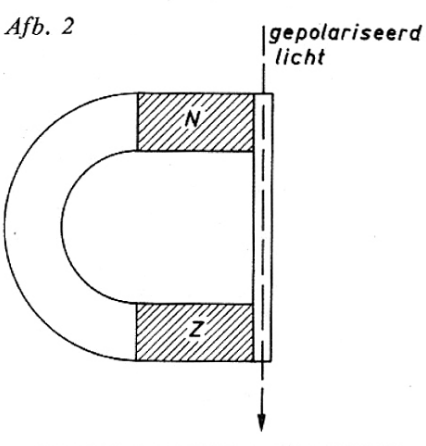


Omdat in de natuurkunde de meeste verschijnselen omkeerbaar zijn, betekende punt 2 tevens de grondslag van de elektrische motor.

Faraday-draaiing

Een andere belangrijke ontdekking van Faraday is dat gepolariseerd licht, dat door een plaatje „zwaar" glas valt, een draaiing ondergaat wanneer in dat glasplaatje een magnetisch veld bestaat, zoals in afb. 2 is getekend. Faraday kwam hier pas na veel mislukte proeven achter, want het grapje gaat alleen op bij de in de afbeelding getekende opstelling. Valt het gepolariseerde licht op een andere manier door het glasplaatje, bevinden de magneetpolen zich ergens anders of neemt men een andere glassoort, dan gebeurt er niets. Misschien vindt u dit proefje niet zo belangrijk omdat het in het dagelijks leven zelden voorkomt dat gepolariseerd licht door gemagnetiseerde glazen plaatjes valt. Maar Faraday toonde hiermee aan dat er verband bestaat tussen licht en magnetisme dat, zoals we gezien hebben, altijd samengaat met elektriciteit. Een andere grote Engelse geleerde, Maxwell, vond hierin een goede aanleiding om zijn wiskundeknobbel los te laten op de elektromagnetische verschijnselen, een feit dat verrassende gevolgen had en een zeer grote invloed zou hebben op de ontwikkeling van de radio. Maxwell kon namelijk, na wat hogeschoolrekenwerk, het bestaan van radiogolven voorspellen, nog voordat iemand het bestaan ervan vermoedde. En het belang dáárvan zal wel niemand willen ontkennen.

Afb. 2

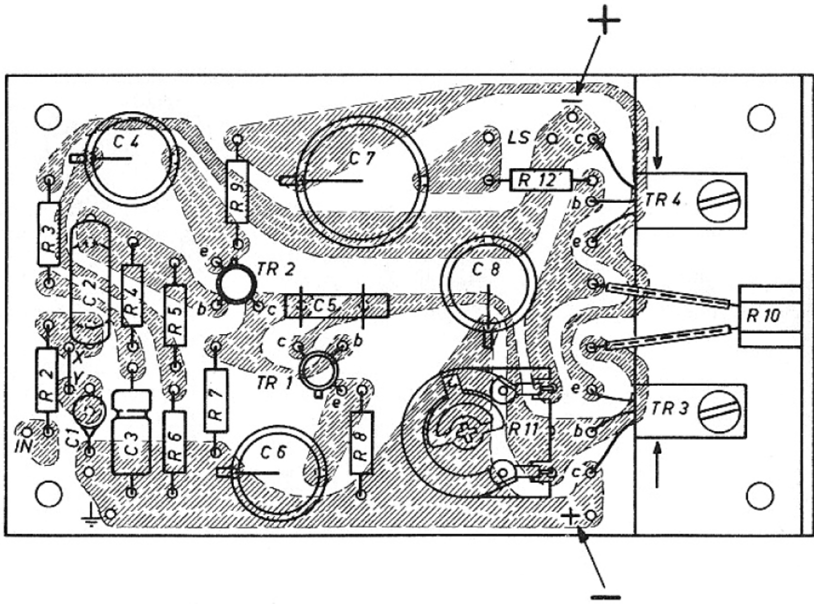


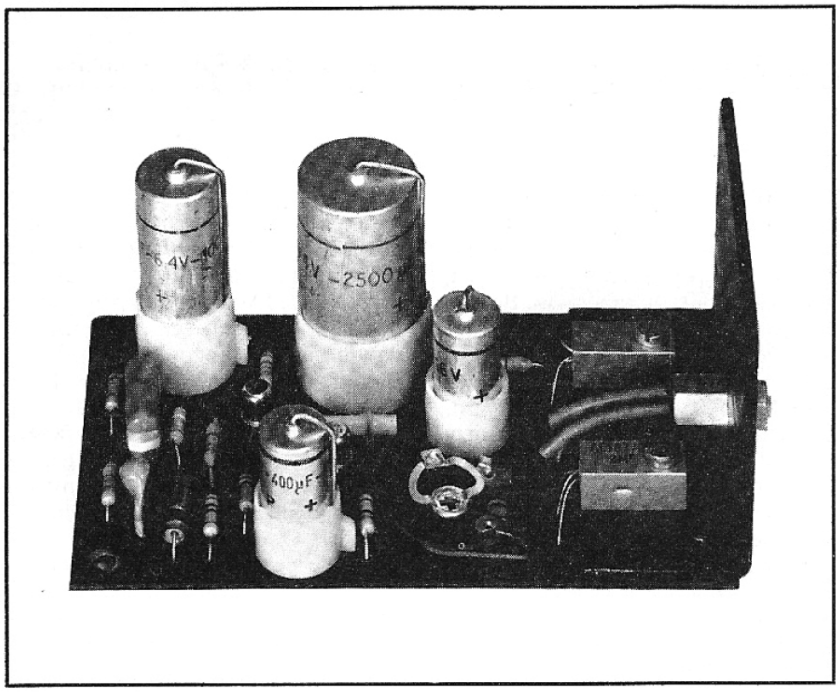
Henry en Faraday

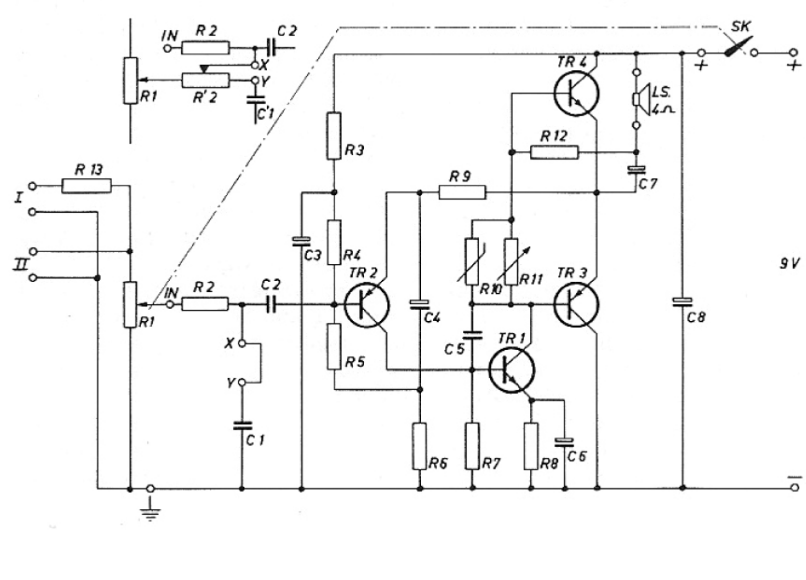
Na het voorafgaande zou men verwachten dat de eenheid van „inductie", doorgaans „zelfinductie" genaamd, naar Faraday genoemd zou zijn. Deze eenheid heeft men echter de henry genoemd, naar Joseph Henry (Albany 9 december 1797 — † Washington 13 mei 1878), een Amerikaans tijdgenoot van Faraday, die onafhankelijk van de Engelsman dezelfde inductieverschijnselen constateerde. Omdat Faraday ook nog belangrijke onderzoekingen heeft gedaan op het gebied van de condensatoren, heeft men hem toen maar gehonoreerd door de eenheid van capaciteit „farad" te noemen.

2,5-watt transistorversterker R 6802 met omgekeerde polariteit

Elders in dit nummer treft u een artikel aan over „het gezicht" van transistors, waarin onder meer de „polariteit" van transistors ter sprake komt. Daar blijkt dat germaniumtransistors meestal van het PNP-type zijn en siliciumtransistors van het NPN-type (niet altijd, maar overwegend). Dit heeft tot gevolg dat schakelingen met germaniumtransistors meestal zo worden ontworpen dat de positieve voedingsspanning aan massa ligt, terwijl het voor schakelingen met siliciumtransistors de voorkeur verdient de min aan massa te leggen. Hoewel ook dit niet persé altijd het geval hoeft te zijn, is het logisch dat men streeft naar een zo groot mogelijke uniformiteit. Omdat de Philips onderdelenpakketten tot voor kort meestal met germaniumtransistors waren uitgerust, heeft men gekozen voor het systeem met de plus van de voedingsspanning aan massa. De enkele pakketten met siliciumtransistors waren ter wille van deze uniformiteit zo ontworpen dat de plus aan massa lag. Een merkwaardig voorbeeld van dit streven is de 2,5-W transistorversterker R 6802, die een silicium-PNP-, een silicium-NPN-, een germanium-PNP- en een germanium-NPN-transistor bevat. Van alles wat dus. De enige reden waarom deze schakeling de plus aan massa heeft is dat u hem dan prettig kan combineren met bijvoorbeeld de FM-afstemeenheid R 6610 of de universele voorversterker R 6514, zonder dat twee voedingsapparaten nodig zijn of verdachte koppelpraktijken toegepast moeten worden.
Nu echter steeds meer onderdelenpakketten, die zoals bekend regelmatig worden gemoderniseerd en aangepast aan de nieuwste technische ontwikkelingen, zijn uitgerust met siliciumtransistors, bestaat het





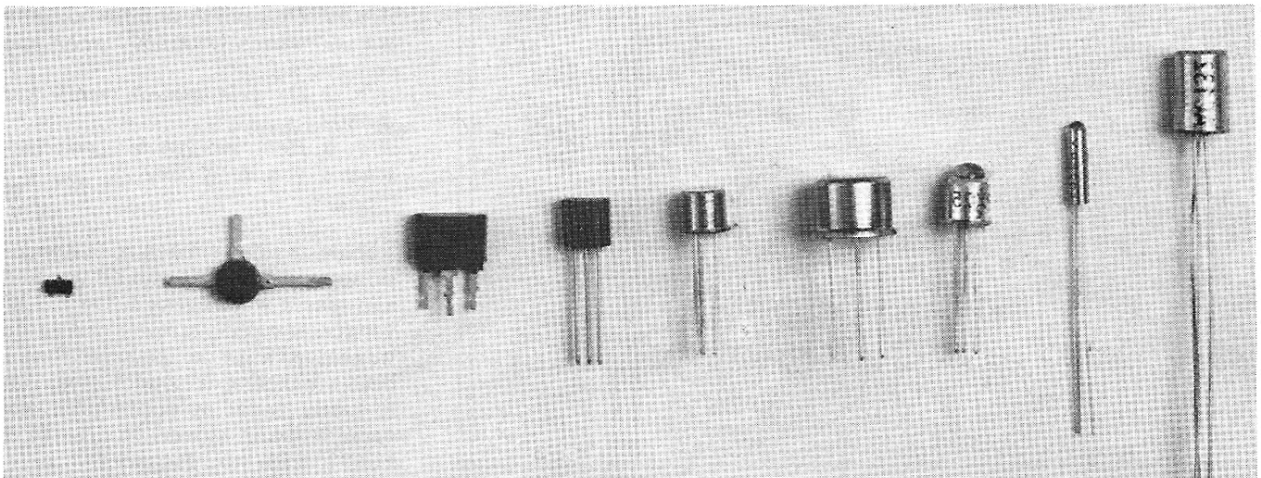


Afb. 1 De gewijzigde bouwtekening van de versterker R 6802 voor min aan massa.
Afb. 2 De gemonteerde versterker R 6802.
Afb. 3 Het gewijzigde principe-schema van de R 6802.

streven de schakelingen zo te dimensioneren dat de min van de voeding aan massa wordt gelegd. De 2,5-W versterker zal dit streven niet in de weg staan, want de „polariteit" van deze schakeling is zonder meer om te keren, zodat de populariteit onveranderd kan blijven. In dit artikel kunt u lezen hoe dat moet.

Wenken voor het omkeren van de polariteit

Als u de bij het onderdelenpakket R 6802 gevoegde aanwijzingen opvolgt, krijgt u een versterker waarvan de positieve voedingsspanning aan massa dient te liggen. Op het printplaatje is dit punt aangegeven met +. De — van de batterij of de voedingseenheid komt aan de schakelaar op de potentiometer. Om de polariteit van de schakeling om te keren, verwisselt u TR_1 met TR_2 en TR_3 met TR_4. Maar denk erom: collector, basis en emitter worden gewoon verbonden met de punten op het printplaatje waar respectievelijk c, b en e bij staat.
Verder moeten de vijf elektrolytische condensatoren C_3, C_4, C_6, C_7 en C_8 worden omgekeerd. Voor C_3 betekent dit dat de ril aan de andere kant komt (aan de kant van R_4). De overige vier elektrolytische condensatoren worden zo gemonteerd dat het nokje aan de andere kant komt. Voor de duidelijkheid is een en ander in afb. 1 getekend. Afb. 3 geeft het gewijzigde schakelschema. De eigenschappen van de versterker veranderen niet door het omkeren van de polariteit.
Het omkeren gaat het eenvoudigst bij nieuwe onderdelenpakketten, die nog niet gemonteerd zijn; maar ook bestaande versterkers kunnen worden veranderd. Voorzichtigheid, vooral bij het „lossolderen" van de transistors, is geboden.
Denk er om: op het printplaatje staat + en — gedrukt. Zorg ervoor dat u niet kunt vergeten dat u de polariteit hebt omgekeerd en dat deze aanduidingen niet meer kloppen. Het verdient aanbeveling de „oude" opschriften te verwijderen en etiketjes voorzien van de nieuwe opschriften op de juiste plaatsen te plakken.



Enkele voorbeelden van verschillende transistoromhullingen.

Hebben transistors een gezicht?

Oude radiorotten denken vaak met heimwee terug aan de tijd dat de elektronische onderdelenmarkt nog een overzichtelijke lampenkraam was. Men had toen keus uit enkele typen „lampen", die je al van verre herkende. Ook wat later, toen men aarzelend van buizen ging spreken om duidelijk te laten uitkomen dat het niet ging om het licht dat de radiolampen uitstraalden, wist een in de radiomagie ingewijde amateur nog wel wat hij bijvoorbeeld aan een EL3 had, hoe het ding te herkennen was aan zijn rode jas en waar de aansluitingen zaten. Eén blik in een radiotoestel was voldoende om de belangrijkste kenmerken van het apparaat vast te stellen, want dat zag je onmiddellijk aan de buizenbezetting. De radiobuizen hadden duidelijk een gezicht.

Een voordeel bij de buizenherkenning was ook dat je soms door het glas in het interieur kon kijken, iets dat veel onthulde over de soort. Had de anode ferme afmetingen, dan ging het om een eindbuis. Was de anode zo klein dat je je niet kon voorstellen dat daar binnen nog een rooster en een katode met gloeidraad zaten, dan had je grote kans dat het een hoogfrequenttriode was. En bij meervoudige buizen zag je de twee systemen duidelijk naast of boven elkaar zitten.

Met de komst, of liever de invasie van de transistors is dat allemaal op slag veranderd. Transistors zitten in een ondoorzichtige metalen omhulling. Alleen de allereerste typen waren soms in een zwart gelakte glazen omhulling ondergebracht. Krabde je de verf eraf, dan kon je erin kijken, maar dat helderde weinig op. Bovendien waren er al gauw zoveel transistortypen, dat menigeen het spoor bijster raakte. Een beetje onderscheid was er wel door de verschillende omhullingen en aan de vorm en de afmetingen van zo'n omhulling kon je ook nog wel wat zinnigs zeggen over het vermogen, maar daarmee hield het wel zo ongeveer op. Verder moest je afgaan op het typenummer en ook dat zei veel amateurs niets omdat de nieuwe transistortypen als hagelstenen uit de lucht kwamen vallen en elke fabrikant er zijn eigen typenummers op nahield. Kortom: transistors hebben voor grote groepen amateurs geen gezicht. Daarom willen wij in dit artikel een poging doen daarin verandering te brengen.

Oude en nieuwe typenummers

In het bekende typenummersysteem voor elektronenbuizen gaf de eerste letter de gloeispanning of de gloeistroom aan. Was de eerste letter een E, dan betekende dat dat een gloeispanning van 6,3 volt nodig was. In dit systeem was de letter O gereserveerd voor buizen zonder gloeidraad, de zogenaamde koudekatodebuizen. Er waren echter, vóór de opkomst van de transistors, germaniumdioden in de handel. Deze konden weliswaar niet tot de buizen gerekend worden, maar wat hun gedrag betrof kwamen ze toch het dichtst bij een buisdiode zonder gloeidraad. Daarom gaf men ook de germaniumdioden een typenummer dat met een O begon.

In dit systeem betekende een A als tweede letter signaaldiode (dat wil zeggen een kleine diode voor detectie en dergelijke, dus niet voor gelijkrichting van voedingsspanningen). Op deze wijze ontstonden typenummers als OA50 en OA70.

Toen de eerste transistors verschenen, ging men consequent voort op de ingeslagen weg. Transistors gedroegen zich als trioden zonder gloeidraad en kregen een typenummer dat met OC (C betekent triode) begon, en met een serienummer eindigde. Dat nummer had verder geen betekenis en van een OC70 kon je dan ook niet meer zeggen dan dat het een transistor was.

In de Verenigde Staten deed zich iets soortgelijks voor. Hier beginnen bijna alle transistortypenummers met 2N (wat dezelfde betekenis heeft als de Europese letter O), gevolgd door een serienummer. Als je niet toevallig weet dat een 2N3055 een vermogenstransistor is, dan heb je weinig aan het typenummer.

In Europa nam men, in tegenstelling tot Amerika, geen genoegen met een dergelijke vage typenummering, waar nog niet eens iedereen zich aan hield; men heeft toen een systeem opgesteld, te vergelijken met het

voor elektronenbuizen bedachte systeem, waardoor men aan het typenummer van een halfgeleider-element de belangrijkste eigenschappen kan aflezen. Deze zogenaamde pro-elektroncode geeft aan van welk halfgeleidermateriaal het ding gemaakt is en voor welk toepassingsgebied (hoogfrequent of laagfrequent, groot of klein vermogen enz.) het geschikt is. Door elke transistor een passende „naam" te geven is het gemakkelijker de „gezichten" te onthouden.

Germanium en silicium

De eerste letter van een typenummer geeft aan van welk halfgeleidermateriaal de transistor of diode gemaakt is. De letters hebben de volgende betekenis:

A germanium
B silicium
C galliumarsenide
D indiumantimonide

Van deze vier halfgeleidende materialen komen germanium en silicium verreweg het meest voor. De andere twee kunt u voorlopig nog wel even vergeten, hoewel het niet onwaarschijnlijk is dat er in een niet te verre toekomst dioden en transistors van galliumarsenide op de amateurmarkt verschijnen.

Wat heb je aan de informatie die de eerste letter van het typenummer verschaft? Wat is bijvoorbeeld het verschil tussen een germanium- en een siliciumtransistor?

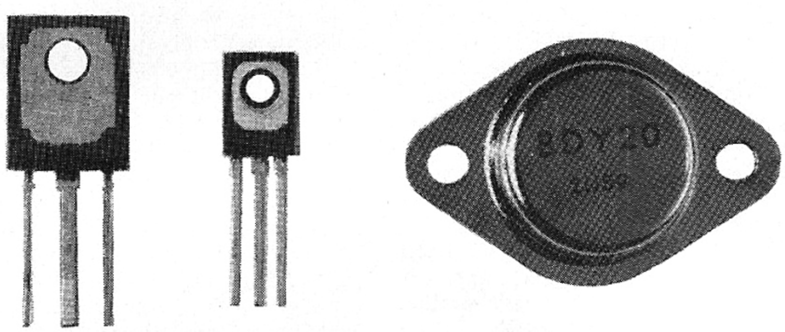
Hier komen we op glad ijs, want wat wij hier schrijven moet u als zeer algemeen beschouwen. Siliciumtransistors kúnnen voor hogere spanningen geschikt zijn dan germaniumtransistors. Er zijn bijvoorbeeld siliciumtransistors die een collector-emitterspanning van meer dan 200 volt kunnen verdragen en er zijn siliciumdioden die geschikt zijn voor het gelijkrichten van spanningen van zo'n 15 000 volt. Dit wil niet zeggen dat elke siliciumtransistor of -diode hogere spanningen kan verdragen dan elke germaniumtransistor of -diode.

Een ander verschil is dat germanium zich het best leent voor het fabriceren van PNP-transistors en silicium meer geschikt is voor NPN-transistors. Dit geldt des te sterker naarmate de transistor voor een groter vermogen geschikt moet zijn.

De laatste jaren is men er echter in geslaagd uitstekende germanium-NPN- en silicium-PNP-transistors te fabriceren, en wel zo dat de eigenschappen, afgezien van de „polariteit", gelijk zijn aan die van een andere germanium-PNP- of silicium-NPN-transistor. Dergelijke transistors zijn als het ware elkaars spiegelbeeld. Met zo'n tweeling zijn interessante schakelingen mogelijk, bijvoorbeeld de 2,5-W transistorversterker die als onderdelenpakket R6802 verkrijgbaar is (zie het artikel „R6802 met omgekeerde polariteit" elders in dit nummer). De eigenschappen van de BC108 en de BC178 en die van de AC187 en de AC188 zijn gelijk. Ze hebben bijvoorbeeld dezelfde stroomversterkingsfactor. Maar de ene is van het PNP-type en de andere van het NPN-type. Dergelijke typen noemt men complementaire transistors.

Uit het bovenstaande mogen we concluderen dat gangbare germaniumtransistors van het PNP-type en de meeste siliciumtransistors van het NPN-type zijn. De consequentie hiervan is dat germaniumtransistors gewoonlijk met een negatieve collectorspanning werken en siliciumtransistors met een positieve. En het gevolg hiervan is weer dat schakelingen met germaniumtransistors doorgaans de plus aan massa hebben en schakelingen met siliciumtransistors de min. Maar nogmaals: dit is geen wet van Meden en Perzen. Er zijn trouwens schakelingen met zowel germanium- als siliciumtransistors, zoals de 2,5-W versterker R 6802.

Silicium heeft nog enkele voordelen boven germanium: het kan hogere temperaturen doorstaan en de lekstromen zijn kleiner. Hieruit mag u niet besluiten dat silicium beter is dan germanium. Er zijn gevallen (zie boven) waarin germanium nog steeds de voorkeur verdient.



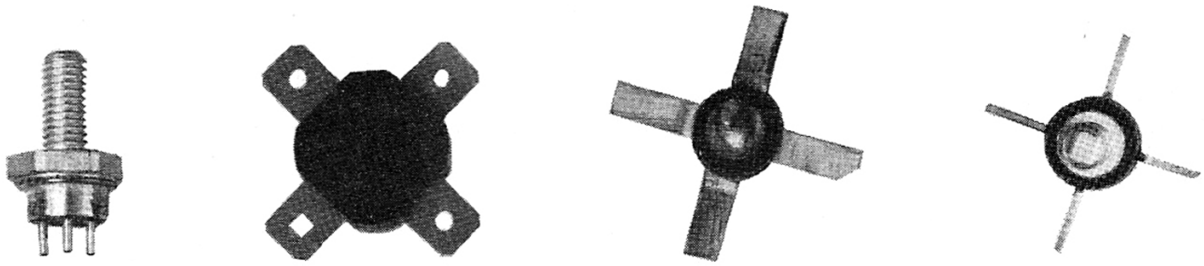
Enkele voorbeelden van transistoromhullingen voor typen geschikt voor grotere vermogens.

De tweede letter van het typenummer

De tweede letter van het typenummer zegt iets over de toepassingsmogelijkheden van de transistor of de diode. Hierbij zijn we er niet met twee letters. Er zijn zoveel verschillende soorten halfgeleiderelementen dat men bijna het hele alfabet nodig heeft gehad om ze allemaal een kenmerk te kunnen geven. Alleen de I en de O, die je gemakkelijk verwart met de 1 en de 0 (ziet u wel), en nog enkele letters heeft men overgeslagen, maar verder wordt het alfabet van A tot Z gebruikt. We zullen u niet vermoeien met de hele reeks letters te verklaren, want de meeste hebben betrekking op zeer specialistische en professionele halfgeleiderelementen. Bovendien zou dit artikel, dat bedoeld is om u bij het zien van een typenummer, de schok der herkenning te laten ondergaan zijn doel grotelijks voorbijschieten. Alleen de belangrijkste dus:

A Diode voor detectie, mengen en het gelijkrichten van kleine signalen. Bijvoorbeeld: de AA119, die u aantreft in FM-afstemeenheid R6813 en stereodecoder R6823 (de eerste A betekent dat het een germaniumdiode is).

C Transistor voor laagfrequentschakelingen van gering vermogen. Deze transistors zijn meestal ondergebracht in het bekende hoedje met de drie draadjes en soms in een blokje. Beide typen treft u aan in de reeds genoemde 2,5-W versterker R 6802. De BC108 en BC178 zijn complementaire transistors, evenals de eindtransistors AC187 en AC188. De laatste twee tonen aan dat het met dat geringe vermogen wel meevalt: ze leveren samen 2,5 watt.



Enkele h.f.-transistors voor grotere vermogens.

Overigens zijn steeds meer AC- en BC-transistors verkrijgbaar in de zogenaamde lock-fit-omhulling (zie Nieuws voor Hobbyisten nr. 10).

D Transistor voor laagfrequentschakelingen van groot vermogen. Dit zijn de zware jongens, die de watts bij tientallen tegelijk in de luidspreker smijten, ondergebracht in de imponerende behuizing met de ruitvormige koelplaat. Voorbeeld: de AD139 uit de transistor-knipperlichtcentrale T6502.

F Transistor voor hoogfrequenttoepassingen met gering vermogen. U kunt veilig aannemen dat germanium-hoogfrequenttransistors altijd van het PNP-type zijn en silicium-h.f.-transistors van het NPN-type. Voorbeeld: de BF167, een silicium-NPN-transistor, die onder andere wordt gebruikt in de FM-afstemeenheid R6813. Ook deze transistors zijn meestal ondergebracht in een „hoedje", maar de lock-fit-uitvoering is sterk in opkomst.

Enkele andere letters die u kunt tegenkomen zijn de Y, die aangeeft dat u met een vermogensdiode voor gelijkrichting te doen hebt, en de Z die een zenerdiode aanduidt.

De evolutie van de transistors

Waar is de OC13 toch gebleven? Destijds was dit een zeer bekende transistor, die veel werd toegepast door amateurs. Tegenwoordig zie je ze nergens meer. De oorzaak hiervan is dat de techniek niet stilstaat en dat transistors evolueren. Als ze zo veel verbeterd zijn dat ze niet meer te vergelijken zijn met de oorspronkelijke transistors van hetzelfde type, krijgen ze een nieuw typenummer (natuurlijk volgens de pro-elektroncode). De OC13 (die vrijwel identiek was aan de OC71) is nu vervangen door bijvoorbeeld de AC125. Dit wil niet zeggen dat de OC13 zonder meer door een AC125 kan worden vervangen. In bijna alle gevallen zal de schakeling moeten worden aangepast. De AC125 is geschikt voor een wat hogere spanning en een grotere stroom — en kan daardoor een grotere dissipatie (collectorstroom maal collectorspanning) verdragen — mag wat warmer worden, haalt een grotere stroomversterkingsfactor en is tot hogere frequenties te gebruiken.

Natuurlijk zijn niet alle nieuwe transistors opgevoerde oude. Integendeel. Er zijn op het ogenblik transistors verkrijgbaar die spanningen, frequenties, vermogens en stroomversterkingsfactoren halen die tien jaar geleden tot de science fiction werden gerekend. Er komen ook steeds meer transistortypen die voor een bepaald toepassingsgebied bestemd zijn. Dit wil niet zeggen dat ze minder universeel zijn dan de transistors uit het OC-tijdperk, maar wel dat voor een speciale toepassing een speciale transistor uit het rijke assortiment kan worden gekozen. Er komen dan ook steeds meer typen. Toch hopen wij dat u, na lezing van dit artikel, tot de ontdekking zult komen dat ook transistors een gezicht hebben.